پژوهش های آبخیزداری شماره ۹۱، تابستان ۱۳۹۰
(پژوهش و سازندگی)

اثر میزان فشار باد یک لاستیک نرم بر برخی عوامل مرتبط با فشردگی خاک

• **احمد شریفی مالواجردی**
استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج (نویسنده مسئول)
• **محمد یونسی الموتی**
استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج
• **ریچارد جان گادوین**
پروفسورگروه مهندسی کشاورزی و محیط زیست، دانشکده سیلسوی دانشگاه کرانفیلد، بدفورد، انگلستان
تاریخ دریافت: مهر ماه ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: آذر ماه ۱۳۸۹
تلفن تماس: ۰۹۳۷۶۲۱۰۲۸۹
Email: ahmadsharifi47@yahoo.com

چکیده

واکنش خاک به فشارهای وارده به وسیله لاستیک و ابزار درگیر با خاک یکی عواملی است که در ایجاد فشردگی خاک موثر می باشد. در این تحقیق با استفاده از یک حسگر پروفیل فشردگی خاک[1] تاثیر فشار باد لاستیک نرم[2] بر برخی از عوامل مرتبط با فشردگی شامل: عرض اثر لاستیک، عمق اثر لاستیک، شاخص مخروط و نیروی افقی خاک در لایه های مختلف (اعماق ۱۰-۰، ۲۰-۱۰، ۳۰-۲۰ و ۴۰-۳۰ سانتیمتر)، بررسی گردید. آزمایشات این تحقیق در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با دو تیمار فشار باد (۹۰ کیلو پاسکال و ۲۲۷ کیلو پاسکال) و در ۳ تکرار در شرایط آزمایشگاهی (کانال خاک[3])، انجام گرفت. تجزیه واریانس داده های آزمایش نشان داد که اختلاف بین میانگین مقادیر شاخص مخروط و نیروی افقی خاک در لایه های پایین خاک (اعماق ۴۰-۱۰ سانتیمتر) معنی دار بود. همچنین با وجود بیشتر بودن میانگین مقادیر شاخص مخروط و نیروی افقی خاک در اعماق پایین تر، اختلاف معنی داری در میانگین مقادیر این صفات در عمق سطحی (۰ تا ۱۰ سانتی متر)، مشاهده نشد و هر دو تیمار در یک گروه قرار گرفتند. میانگین مقادیر عرض اثر لاستیک و عمق اثر لاستیک در فشار بادهای مختلف لاستیک تفاوت معنی داری نشان داد به گونه ای که با افزایش مقدار فشار باد، مقدار عرض اثرلاستیک از ۷۵ میلی متر به ۷۰ میلی متر کاهش و عمق اثر لاستیک از ۴۱ میلی متر به ۵۶ میلی متر و شاخص مخروط به میزان ۴ تا ۲۱ درصد و نیروی افقی به میزان ۹ تا ۳۷ درصد در لایه ها ی مختلف خاک افزایش یافتند. نتایج آزمایش نشان داد که می توان از حسگر پروفیل فشردگی خاک هم به عنوان یک ابزار تحقیقاتی و هم در شرایط عملی مزرعه برای تعیین ناحیه اثر فشار باد لاستیک بر فشردگی خاک استفاده نمود.

کلمات کلیدی: بار محوری، حسگر، فشردگی خاک، فشار باد، لاستیک.

www.SID.ir

Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi) No 91 pp: 43-48

The effect of a flexible carcass tyre inflation pressure on some soil compaction related factors

By: A Sharifi Malvajerdi, (Corresponding Author; Tel: +989376210289), Assisstant Professor, Ministry of Jihad-e-Agriculture, AREEO, Agricultural Engineering Research Institute, M.Yousefi Alamouti and R J Godwin, Professor, Cranfield University at Silsoe, Silsoe, Bedford

Soil response to pressures imposed by wheel and soil engaging tools is one of the most important factors, which can cause soil compaction. This research was to investigate the effect of inflation pressure on soil compaction related factors such as rut width ,rut depth, cone index and horizomtal force in different soil layers profile using a flexible carcass tyre and a soil compaction profile sensor in controlled soil bin laboratory conditions. Studies were conducted at two level of inflation pressures of 90 and 227 kPa at three replications in a randomized complete block design. F test were applied to compare the means of pressure. Variance analysis of experimental data showed that there was significant difference between the mean values of soil cone index and horizontal force at depths of 10 to 40 cm of soil. While the mean values of those parameters was not significantly different at depths of 0 to 10 cm. However, the mean of rut width and rut depth at the two inflation pressures was significantly different. Increased inflation pressure decreased values of rut width from 75 mm to 70 mm and increased values of rut depth from 41 mm to 56 mm. The amounts of cone index increased from 4% to 21% and horizontal force increased from 9% to 37% at different soil layers by increasing inflation pressure. Results also indicated that soil compaction profile sensor can be used as a research and a practical tool under field conditions to determine the effect of inflation pressure on soil compaction.

Keywords: Axle load , Inflation pressure, Sensor , Soil compaction, Tyre

Archive of SID

مقدمه

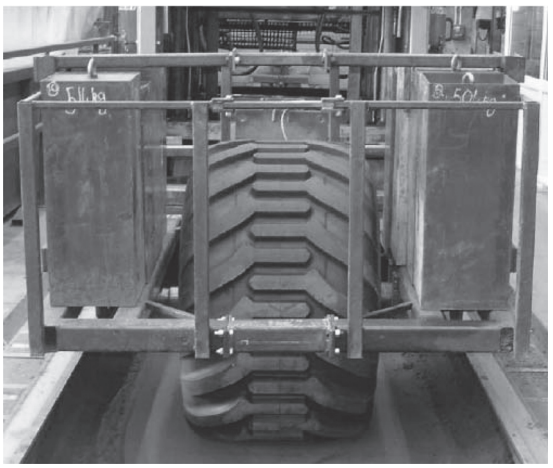
تردد ماشین های کشاورزی و ادوات سنگین موجب ایجاد یک لایه سخت در زیر خاک مزرعه و با فشـرده ساختن آن موجب افزایش وزن مخصوص ظاهـری خاک می‌گـردد. نتیجهٔ این عمل کاهش نفـوذ پذیری خاک، کم شدن توسعه ریشه‌های گیاه و کاهش عملکرد محصول است. عوامل زیادی در ایجاد فشردگی خاک موثر هستند. یکی از عوامل، واکنش خاک به فشار و تغییرشـکل های وارده به خاک به وسـیله تراکتورهای چرخ لاستیکی و چرخ زنجیری اسـت(۶). توزیع فشـار زیر یک لاسـتیک مورد استفاده در کشـاورزی به میزان بار، سـطح تماس لاسـتیک و خاک، چگونگی توزیع فشـار در سطح تماس لاستیک و خاک و خصوصیات خاک از قبیل درصد رطوبت و جـرم مخصوص ظاهری خاک بسـتگی دارد(۶، ۱۷). محققین روش های متعددی را برای اندازه گیری تنش عمودی لاسـتیک بر خاک، جرم مخصوص ظاهری، جابجایی خاک و شـاخص مخروط با اسـتفاده از روش های مختلف ارائه نموده اند. (۳، ۷، ۱۲، ۱۶، ۱۸)

Botta و همـکاران (۵) در تحقیقـی تاثیر تعداد عبـور تراکتور را بر عمق اثر لاسـتیک و فشـردگی خاک بررسی و نتیجه گرفتند که تا ۵ بار عبور و با نسـبت کم عمق اثر لاستیک به عرض لاستیک، فشردگی خاک فوقانی کاهش می یابد. Eliasson (۸) تاثیر سه فشار باد لاستیک (۳۰۰، ۴۵۰ و ۶۰۰ کیلو پاسکال) و ۱ تا ۵ بار عبور ماشین برداشت و حمل و نقل چوب درختان جنگلی را بر عمق اثر لاستیک و فشردگی خاک نیز بررسی نمود. وی نتیجه گرفت مقادیر فشـار باد تاثیر معنی داری بر عمق اثر لاسـتیک نداشته ولی با افزایش تعداد عبور ماشین این عمق افزایش یافت. هم چنین مقدار شاخص مخروط خاک در عمق یک تا ۱۰ سانتی متر در فشار بادهای مختلف معنی دار نگردید. Chancellor (۶) اثر بار محوری چرخ بر خاک را بـرای چهار اندازه لاسـتیک در یک فشـار باد مورد بررسـی قرار داد و مشـاهده کرد که با افزایش بار محوری، عمق لایه های فشـرده در نیمرخ خاک افزایش می یابد. وی همچنین نتیجه گرفت که فشردگی خاک ناشی از بارهای سنگین محور (بیشتر از ۱۰ تن بر محور) روی خاک های مرطوب می تواند تا عمق ۶۰ سـانتی متر گسـترش یابد. تا زمانی که فشردگی زیر عمق معمول شخم باشـد، مقاومت می کند تا به همان صورت باقی بماند درحالیکه، فشردگی سطحی را می توان با انجام عملیات خاک ورزی از بین برد. فشـار تماس زمین که غالباً معادل مجموع فشـار باد لاستیک و فشار لاستیک برای تراکتورهای چرخ دار است (۱۱)، تاثیر مهمی روی فشردگی سـطحی تا عمق تقریبی ۱۵ سـانتی متر دارد و با تقسیم بار محور بر کل سـطح تماس لاستیک ها محاسبه می شـود. بار محوری یک عامل مهم ایجاد فشـردگی عمقی خاک تا عمق تقریبی ۴۰ سـانتی متر اسـت. بار محوری روی یک تراکتور بوسیله وزن آن تراکتور تعیین می گردد (۱۰). در تحقیقیاتی اثرات نسـبی وزن وسیله و فشار باد لاستیک بر فشردگی خاک توسـط Smith و Dickson (۱۵) و Ansorge و Godwin (۱ ، ۲) بررسی شد. آنها ترکیبات مختلفی از بار و فشار لاستیک را در آزمایش ها به کارگرفتند و یافتند که افزایش فشار باد باعث افزایش معنی داری در جرم مخصوص ظاهری خاک در نزدیکی سطح خاک شده و اثر کمتری در عمق خـاک دارد. Raper و همـکاران (۱۳) اثر دو فشـار باد (۴۱ و ۱۲۴ کیلو پاسـکال) و دو بار دینامیکی (۱۳/۱ و ۲۵/۳ کیلو نیوتن) را بر تغییرشـکل خاک، توزیع فشار داخلی لاستیک و خاک، سطح تماس لاستیک و عرض خط اثر لاستیک در دو نوع خاک لومی- شنی و لومی- رسی در یک کانال خاک بررسـی کردند. آنها برای انجام آزمایش های خود از یک لاسـتیک تراکتور کشاورزی نوع رادیال (Goodyear ۱۸/۴ R۳۸ Dyna) استفاده

نمودند. نتایج نشـان داد که با افزایش فشار باد از ۴۱ کیلوپاسکال به ۱۲۴ کیلوپاسکال، عرض اثر لاستیک تا ۸ درصد کاهش و با افزایش بار دینامیکی از ۱۳/۱ بـه ۲۵/۳ کیلـو نیوتن، عرض اثر لاسـتیک تـا ۸ درصد افزایش می یابد. آنها همچنین یافتند که افزایش باد لاسـتیک، سطح تماس را به میزان ۱۸ درصد کاهش می دهد در حالیکه با افزایش بار دینامیکی، سطح تماس تا ۲۸ درصد افزایش می یابد. افزایش فشـار باد و بار دینامیکی هر دو باعث افزایش سطح توزیع فشار داخلی لاستیک و خاک می گردد که در نزدیکی مرکز لاستیک متمرکز شده است (۱۴). McDonald و همکاران (۹) در تحقیق دیگری اثر چهار بار ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ کیلونیوتن و سه فشار باد ۱۰۰، ۲۴۰ و ۳۸۰ کیلوپاسـکال بر فشردگی خاک در خاک رسی یک کانال خاک را با استفاده از یک لاستیک ترلبورگ[۴] (۵۵/۶۰۰- ۲۶،۵) مورد مطالعه و بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که کاهش فشار باد باعث کاهش جـرم مخصوص ظاهری، مقاومت به نفوذ خاک و عمق خط اثر لاسـتیک تحت یک بار ثابت می گردد. این سه عامل بخصوص جرم مخصوص ظاهری همیشـه کاهش پیدا نکرده بیشـتر از فشـار باد به بار لاستیک وابستگی دارند. نتایج آنها همچنین نشـان داد که هم بار و هم فشار باد لاستیک اثر معنی داری بر جرم مخصوص ظاهری، اندازه خط اثر لاسـتیک و شـاخص مخروط خاک دارند. هدف از تحقیق انجام شـده بررسی و تعیین اثر مقدار فشـار باد یک لاستیک نرم بر میزان فشـردگی خاک بود. لذا در این مقاله سعی بر این است که این اثر بر عوامل مرتبط با میزان فشردگی خاک شامل عرض اثر لاسـتیک[۵]، عمق اثر لاستیک[۶]، شـاخص مخروط خاک و نیروی افقی خاک در لایه های مختلف مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش ها

بـه منظور تعیین تاثیر فشـار باد لاسـتیک بـر برخی عوامل مرتبط با فشـردگی خاک شامل عرض اثر لاسـتیک، عمق اثر لاستیک، شاخص مخـروط و نیروی افقی خاک در لایه های مختلف توسـط یک لاسـتیک نرم و یک حسـگر پروفیل فشـردگی خاک (۱۴) آزمایشی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با دو تیمار فشـار باد (۹۰ کیلو پاسـکال و ۲۲۷ کیلو پاسـکال) و در ۳ تکرار در شرایط آزمایشگاهی (کانال خاک)، انجام شد. برای این منظور به کمک یک لاستیک نرم ترلبورگ کمباین برداشت



شکل ۱- لاستیک نرم ترلبورگ کمباین برداشت

نخـود (۲۶/۵-۸۰۰/۴۰) (شـکل ۱) در طول کانال خـاک و دو بار حرکت لاسـتیک در دو فشار باد ۹۰ کیلو پاسکال (۱۳ پوند بر اینچ مربع) و ۲۲۷ کیلو پاسکال (۳۳ پوند بر اینچ مربع) تحت تاثیر بار عمودی ۴۴ کیلو نیوتن (۴۵۰۰ کیلوگـرم، معادل بار محوری معمول روی یک لاسـتیک کمباین برداشـت در شـرایط مزرعه) ایجـاد و مورد ارزیابی قـرار گرفت. خاک در رطوبت ۱۰ درصد توسط واحد آماده کننده خاک که شامل بیل مکانیکی (برای جابجایی خاک)، اسـکریپر (برای تسطیح خاک)، غلتک صاف (برای فشـرده کردن خاک) و غلتک دندانه دار (برای ایجاد سوراخ هایی در خاک بمنظور درگیری لایه های خاک با هم) بود بصورت لایه لایه با دو بار عبور غلتک در یک کانال خاکی با خاک لومی- شنی تهیه شد. خط اثر لاستیک در طول بخشـی از کانال خاک در هر عبور ایجاد شـد (شـکل ۲، راست). پارامترهایی شامل نیروی افقی خاک ، عرض اثر لاستیک، عمق اثر لاستیک و شاخص مخروط خاک اندازه گیری شدند. حسگر نیمرخ فشردگی خاک (شکل ۲، چپ) در امتداد طول کانال خاک کشیده و نیروی افقی خاک در نیمرخ خاک زیر خط اثر لاستیک اندازه گیری شد. این حسگر شامل هشت عدد فلپ مجهز شـده به اسـترین گیج بود که بر روی پیشانی یک شاخه زیرشـکن نصب گردیده بود. همچنین برای ثبـت داده ها از یک دیتالاگر IOtech WK۱۶ بـا فرکانس نمونه گیری ۵۰ هرتز اسـتفاده شـد. برای اندازه گیری عرض اثر لاسـتیک در چند نقطه از مسیر حرکت لاستیک از خط کش اسـتفاده شد. برای تعیین عمق اثر لاستیک، از زیر خط مرکزی لاستیک در امتداد مسیر حرکت در خاک و در چند نقطه، عمق فرورفتگی خاک بوسـیله خط کش اندازه گیری شد. یک پنترومتر عمودی استاندارد بـا مخروط کوچک (قطر ۱۲/۸۳ میلی متر) برای اندازه گیری مقاومت به نفوذ مخروط از عمق صفر تا ۴۰ سانتی متر در نقاط مختلف در طول کانال خاک با و بدون خط اثر لاسـتیک به کار گرفته شـد (۴). تجزیه داده ها و مقایسه میانگین ها با استفاده از نرم افزار SPSS انجام گرفت. برای مقایسه میانگین ها، با توجه به سطوح انجام آزمایش از آزمون F استفاده شد.

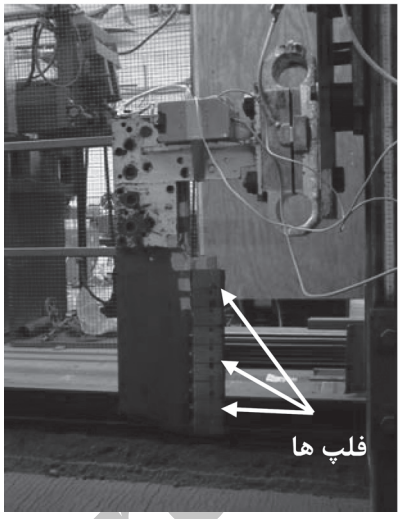
نتایج و بحث

تجزیه واریانس اثر فشار باد لاستیک در بار محوری ۴۴ کیلونیوتن بر عرض و عمق اثر لاسـتیک و شاخص مخروط خاک در جدول ۱ ارائه شده است. از عوامل موثر و مهم در فشـردگی خاک که توسط یک لاستیک به وجود می آید عرض و عمق اثر لاستیک است. تاثیر فشار باد لاستیک در میانگین مقادیر عرض اثر لاسـتیک در سـطح ۵ درصد معنـی دار بوده، همچنین ایـن تاثیـر در میانگین مقادیر عمق اثر لاسـتیک در سـطح ۱ درصد نیز معنـی دار اسـت. بـا تغییر مقدار فشـار باد لاسـتیک در دو مقـدار ۹۰ کیلوپاسکال و ۲۲۰ کیلوپاسکال، اختلافی در عرض اثر لاستیک بوجود آمد، همچنین عمق فشرده شـدن خاک در هر دو فشار باد فوق دارای اختلاف معنی دار اسـت. بطوری که Botta و همـکاران (۵) در تحقیقات خود به نتایج مشابهی در خصوص تاثیر تردد های مختلف بر عمق اثر لاستیک دست یافتند. تاثیر فشار باد لاستیک بر میانگین مقادیر شاخص مخروط خاک در چهار دامنه عمق خاک شامل صفر تا ده، ده تا بیست، بیست تا سی و سی تا چهل سانتی متر نیز مورد بررسی قرار گرفته است. شاخص مخروط در فشار بادهای ذکر شـده در هر سه دامنه عمق ذکر شده از ۱۰ تا ۴۰ سانتی متر دارای اختلاف معنی دار است. این تاثیر در شاخص مخروط از عمق ۰ تا ۱۰

Archive of SID

www.SID.ir

سانتی متر معنی دار نگردید که با نتایج Eliasson (۸) مطابقت دارد. جدول ۲ تجزیه واریانس اثر مقادیر فشار باد لاستیک بر میانگین مقادیر نیروی افقی وارد بر لایه های مختلف خاک را نشان می دهد. تاثیر فشار در عمق های صفر تا ده سانتی متر معنی دار نبوده در حالی که این تاثیر در عمق های ده تا چهل سانتی متر و در سطح ۱درصد معنی دار گردیده است. بطور کلی تاثیر بار از عمق ۱۰ تا ۴۰ سانتی متری بر میانگین مقادیر نیروی افقی لایه های مختلف خاک معنی دار شد. مهم ترین عامل در ایجاد فشردگی در لایه های پایین خاک وجود بار عمودی لاستیک است و فشار باد تنها بر عمق های سطحی تاثیر گذار است که این موضوع با توجه به نتایج بدست آمده و معنی دار شدن تاثیر بار بر نیروی افقی در عمق های پایین تر تایید می گردد. نتایج کار Arvidson و Keller (۳) هم این مطلب را تایید می نماید. برای مقایسه میانگین های مقادیر عرض و عمق اثر لاستیک، شاخص مخروط و نیروی افقی وارد بر لایه های مختلف خاک در دو سطح فشار باد ۹۰ کیلوپاسکال و ۲۲۷ کیلوپاسکال از آزمون F استفاده شده است. جدول ۳ مقایسه میانگین مقادیر عرضی و عمقی اثر لاستیک و شاخص مخروط خاک در عمق های مختلف در یک میزان بار و دو فشار باد مختلف لاستیک را نشان می دهد. عرض اثر لاستیک در فشار بادهای ۹۰ و ۲۲۷ کیلو پاسکال، در دو گروه معنی داری a وb قرار گرفته است و اختلاف معنی دار پیدا کرده اند. با افزایش مقدار فشار باد، عرض اثر لاستیک کاهش یافته است. میانگین عمق اثر لاستیک در دو نوع بار دارای اختلاف معنی دار و در دو گروه مختلف a و b قرار دارند. بطوریکه با افزایش فشار باد میزان عمق اثر لاستیک افزایش یافته است.این حالت نیز برای شاخص مخروط خاک برای فشار بادهای مختلف بجز برای عمق ۰ تا ۱۰ سانتی متر صادق بوده و میانگین های آن دارای اختلاف معنی دار هستند. بطوری که مقدار شاخص مخروط خاک با افزایش فشار باد لاستیک افزایش یافته است. جدول ۴ میانگین مقادیر نیروی افقی در عمق های مختلف خاک در دو فشار باد مختلف لاستیک را نشان می دهد. تاثیر میزان فشار باد بر نیروی افقی خاک در عمق صفر تا ۱۰ سانتی متر معنی دار نبوده ولی در عمق های ۱۰ تا ۴۰ سانتی متر معنی دار شده است. بطوری که با افزایش مقدار فشار باد، میزان نیروی افقی در لایه های مختلف خاک به میزان ۹ تا ۳۷ درصد افزایش یافته است. برخی از نتایج تحقیقات انجام شده توسط Keller و Arvidson (۷)، Raper و همکاران (۱۲) و Reaves و Cooper (۱۳) نیز مبین همین مطلب می باشند.



شکل ۲- خط اثر ایجاد شده با لاستیک نرم (راست) و حسگر نیمرخ فشردگی خاک (چپ)

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر فشار باد لاستیک بر عرض اثر لاستیک، عمق اثر لاستیک و شاخص مخروط خاک

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات(MS)					
		عرض اثر لاستیک (mm)	عمق اثر لاستیک (mm)	شاخص مخروط (۱۰-۰ سانتی متر) (MPa)	شاخص مخروط (۲۰-۱۰ سانتی متر) (MPa)	شاخص مخروط (۳۰-۲۰ سانتی متر) (MPa)	شاخص مخروط (۴۰-۳۰ سانتی متر) (MPa)
تکرار	۲	۳/۱۶۷ n.s	۸/۶۶۷ n.s	۰/۰۵ n.s	۰/۰۵۲ n.s	۰/۰۰۸ n.s	۰/۰۰۲ n.s
فشار باد	۱	۳۲/۶۶۷ *	۳۲۲/۶۶۷ **	۰/۰۰۳ n.s	۰/۳۵۵ *	۰/۰۲۶۵ **	۰/۰۳۴ **
خطا	۲	۰/۱۶۷	۲۰/۶۶۷	۰/۰۶۲	۰/۰۱۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰
کل	۵	۳۶/۰۰۱	۳۵۲/۰۰۱	۱۰/۷۸۱	۰/۲۷۰۴۷	۲۷/۶۶۷	۲۸/۳۳۳

***،** وns به‌ترتیب عبارتند از: معنی‌دار در سطح ۵ درصد، معنی‌دار در سطح ۱ درصد، عدم اختلاف معنی‌دار**

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر مقادیر فشار باد لاستیک بر نیروی افقی وارد بر لایه های مختلف خاک

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات(MS)			
		نیروی افقی (۰-۱۰ سانتی متر) (N)	نیروی افقی (۱۰-۲۰ سانتی متر) (N)	نیروی افقی (۲۰-۳۰ سانتی متر) (N)	نیروی افقی (۳۰-۴۰ سانتی متر) (N)
تکرار	۲	۲۳/۳۱۰ $^{n.s}$	۵۰۱/۷۶۰ $^{n.s}$	۳۳۳/۸۶۳ *	۳۷۸/۰۱۵ $n^{.s}$
فشار باد	۱	۷/۰۴۲ $^{n.s}$	۴۴۶۰/۸۲۷ **	۳۵۱۲۸/۸۰۲ **	۴۱۹۰۰/۳۲۷ **
خطا	۲	۱۲/۳۰۳	۵۹/۰۵۳	۸/۶۲۳	۱۹۸/۵۴۳
کل	۵	۲۸۸۱/۰۳	۸۹۲۷۵/۱۴۰	۱۵۴۶۱۹۰/۳۷۰	۴۲۱۵۸۱۲/۸۸۰

*،** وns به‌ترتیب عبارتند از: معنی‌دار در سطح ۵ درصد، معنی‌دار در سطح ۱ درصد، عدم اختلاف معنی‌دار

جدول ۳- میانگین مقادیر عرض و عمق اثر لاستیک و شاخص مخروط خاک در عمق های مختلف در فشار باد های مختلف لاستیک

نوع تیمار / فشار باد (kPa)	عرض اثر لاستیک (mm)	عمق اثر لاستیک (mm)	شاخص مخروط (۰-۱۰ سانتی متر) (MPa)	شاخص مخروط (۱۰-۲۰ سانتی متر) (MPa)	شاخص مخروط (۲۰-۳۰ سانتی متر) (MPa)	شاخص مخروط (۳۰-۴۰ سانتی متر) (MPa)
۹۰	۷۵ ^{a}	۴۱ ^{b}	۱/۳۱ ^{a}	۱/۸۶ ^{b}	۱/۹۳ ^{b}	۲/۰۱ ^{b}
۲۲۷	۷۰ ^{b}	۵۶ ^{a}	۱/۳۶ ^{a}	۲/۳۵ ^{a}	۲/۳۵ ^{a}	۲/۲۵ ^{a}

اعداد با حروف انگلیسی مشابه، با هم اختلاف معنی داری ندارند و در یک گروه قرار گرفته اند.

جدول۴- میانگین مقادیر نیروی افقی در عمق های مختلف خاک در فشار باد های مختلف لاستیک

نوع تیمار / فشار باد (kPa)	نیروی افقی (۰-۱۰ سانتی متر) (N)	نیروی افقی (۱۰-۲۰ سانتی متر) (N)	نیروی افقی (۲۰-۳۰ سانتی متر) (N)	نیروی افقی (۳۰-۴۰ سانتی متر) (N)
۹۰	۱/۳۱ ^{a}	۱/۸۶ ^{b}	۱/۹۳ ^{b}	۲/۰۱ ^{b}
۲۲۷	۱/۳۶ ^{a}	۲/۳۵ ^{a}	۲/۳۵ ^{a}	۲/۲۵ ^{a}

اعداد با حروف انگلیسی مشابه، با هم اختلاف معنی داری ندارند و در یک گروه قرار گرفته اند.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه گیری

اثر میزان فشـــار باد لاســـتیک بر بر برخی عوامل مرتبط با فشـــردگی خاک لومی- شـــنی در کانال خاک در عمق های مختلف با استفاده از یک لاســـتیک نرم در یک بار محوری و دو فشـــار باد لاستیک بررسی گردید. نتایج نشان داد که بین دو فشار باد ۹۰ و ۲۲۷ کیلو پاسکال در بار محوری ۴۴ کیلونیوتن هنگام استفاده از لاستیک نرم در عمق های سطحی ۰ تا ۱۰ سانتی مترتفاوت معنی داری در میزان شاخص مخروط و نیروی افقی خاک وجود ندارد که با نتایج Eliasson (۸) مشـــابه می باشـــد. این عدم وجود اختـــلاف معنی دار می تواند بدلیل وجود بـــار محوری و تاثیر کمتر آن در عمق های سطحی خاک نسبت به پایینی خاک بوده که نتیجتا باعث شده است مقادیر شاخص مخروط خاک که بیانگر مقامت مکانیکی خاک است و همچنین نیروی افقی خاک معنی دار نگردند. در صورتیکه در میزان عرض اثر لاســـتیک و عمق اثر لاستیک تفاوت معنی داری مشاهده شده بطوری که با افزایش مقدار فشـــار باد، مقدار عرض اثرلاســـتیک کاهش و عمق اثر لاستیک و شاخص مخروط خاک افزایش یافتند. بدلیل اینکه افزایش فشار باد باعث افزایش ســـطح توزیع فشار داخلی لاستیک و خاک می گردد که در نزدیکی مرکز لاســـتیک متمرکز می شود (۱۳). این نتایج با نتایج سایر تحقیقات انجام یافته توسط Raper و همکاران (۱۲) و McDonald و همکاران (۹) همخوانی دارد. فشردگی خاک حاصل از فشار بادهای مختلف در این لاســـتیک توسط حسگر پروفیل فشردگی خاک تشخیص داده شد. از این تکنیک می توان هم به عنوان یک ابزار تحقیقاتی و هم در شـــرایط عملی مزرعه برای تعیین ناحیه اثر بار و فشار باد لاستیک بر فشردگی خاک استفاده نمود.

پاورقی ها

1- Soil Compaction Profile Sensor
2- Flexible Carcass Tyre
3- Soil Bin
4- Trelleborg
5- Rut Width
6- Rut Depth

منابع مورد استفاده

1- Ansorge, D and Godwin, R. J. (2007) The effect of tyres and a rubber track at high axle loads on soil compaction: Part 1: Single Axle Studies. *Biosystems Engineering*. 98 (1): 115–126.

2- Ansorge, D and Godwin, R. J. (2008) The effect of tyres and a rubber track at high axle loads on soil compaction—Part 2: Multi-axle machine studies. *Biosystems Engineering.* 99 (3): 338-347.

3- Arvidson, A and Keller, T. (2007) Soil stress as affected by wheel load and tyre inflation pressure. *Soil and Tillage Research.* 96: 284-291.

4- ASAE Standard S3133. (2003) *Soil cone penetrometer,* Revised Feb 04, St.Joseph, MI:ASAE.

5- Botta, G.F; Tolon Becerra, A and Bellora Tourn, F. (2009) Effect of the number of tractor passes on soil rut depth and compaction in two tillage regimes. *Soil and Tillage Research.* 103: 381-386

6- Chancellor, W. J. (1975) *Compaction of soil by agricultural equipment*. University of California, 53 p.

7- Keller, T., & Arvidsson, J. (2004) Technical solution to reduce the risk of susoil compaction: effects of dual wheels, tandem wheels and tyre inflation pressure on stress propagation in soil. *Soil and Tillage Research,* 79 (2), 191-205.

8- Eliasson, L. (2005) Effect of forwarder tyre pressure on rut formation and soil compaction. *Silva Fennica* 39(4): 549–557.

9- McDonald, T., Way, T., Lofgren, B. and Seixas, F. (1996) *Load and inflation pressure effects on soil compaction of forwarder tires. In:* Proceedings of the Joint Conference of Canadian Woodlands Forum, Canadian Pulp and Paper Association and International Union of Forest Research Organizations. Quebec City, September.67-70.

10- McPhee, J. (2004) *Soil compaction*. Retrieved July 20, 2009 from http://www.dpiwe.tas.gov.au/inter.nsf/WebPages/TTAR-5DSVB7? open

11- Plackett, C. W. (1984) The ground pressure of some agricultural tyres at low load and with zero sinkage. *J. Agric. Eng. Res*. 29: 159-166.

12- Raper, R. L.; Bailey, A. C.; Burt, E. C.; Way, T. R. and Liberati, P. (1995) Inflation pressure and dynamic load effects on soil deformation and soil-tire interface stresses. *Transaction of the ASAE,* 38 (3): 6585-689.

13- Reaves, C. A. and Cooper, A. W. (1960) Stress distribution in soils under tractor loads. *Agricultural Engineering,* 41 (31): 20-21.

14- Sharifi,A., Godwin,R.J., O`Dogherty .M.J., Dresser,M.L.(2007) Evaluating the performance of a soil compaction sensor. Soil Use and Management. 23: 171-177.

15- Smith, D. L. O. and Dickson, J. w. (1990) Contribution of vehicle and ground pressure to soil compaction. *J. Agric. Eng. Res*., 46:13-29.

16- Sch□nning, P.; Lamande, M.; T□gersen, F. A.; Arvidsson, J. and Keller, T. (2008) Modeling effects of tyre inflation pressure on the stress distribution near the soil-tyre interface. *Biosystems Engineering,* 99 (1), 119-133.

17- Sch□nning, P. and Lamande, M. (2010). A note on the vertical stresses near the soil-tyre interface. *Soil and tillage Research,* 108 (1-2), 77-82.

18- Sohne, W. H. (1958) Fundamental of pressure distribution and soil compaction under tractor tires. *Agricultural Engineering*. 39: 276-281,290.

Archive of SID